

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ ЗАЩИЩЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

**Егоров А.В., студент; Осташевский Н.А., проф., к.т.н.**

*(Национальный Технический Университет Харьковский Политехнический Институт,  
г. Харьков, Украина)*

Тепловой расчет электрических машин чаще всего проводят по методу эквивалентных тепловых схем (ЭТС). Для ДПТ исполнения IP22, IC01 тепловой расчет статора и якоря проводят по раздельным ЭТС, с учетом отсутствия тепловой связи между ними [1], [2], [3], рассмотрим следующие коэффициенты теплоотдачи (КТО):

1. КТО свободной поверхности пазов якоря и коронок зубцов якоря. Эти КТО весьма близки, поэтому будем использовать средний КТО, обозначаемый  $\alpha_\delta$ .

$$\alpha_\delta = 12,5 \cdot V_a^{0,66}, \text{ где } V_a - \text{окружная скорость якоря.}$$

2. КТО внутренних аксиальных каналов якоря -  $\alpha_{к.а.}$

$$N_u = 0,018 \cdot R_e^{0,8} \cdot \left(1 + 0,6 \frac{U}{W}\right) \cdot \zeta_l, \quad R_e = (1 \dots 4,8) \cdot 10^4.$$

$$W = \frac{Q_{кан}}{S_{кан}}, \quad R_e = \frac{W \cdot d_{кан}}{\nu_\delta}, \quad \alpha_{к.а.} = \frac{N_u \cdot \lambda_\delta}{d_{кан}}.$$

Где:  $R_e$  - Число Рейнольдса;  $W$ ,  $U$  - расходная и окружная скорость воздуха в каналах;  $Q_{кан}$  - расход охлаждающего воздуха через каналы;  $S_{кан}$  - площадь поперечного сечения каналов;  $\lambda_\delta$  - коэффициент теплопроводности воздуха;  $d_{кан}$  - диаметр аксиального канала;  $\nu_\delta$  - кинематическая вязкость воздуха при ожидаемой температуре внутреннего воздуха.

3. КТО лобовых частей обмотки якоря.

- для внешней поверхности со стороны коллектора  $N_{у.л.вн.к.} = 24,3 \cdot (R_{e\omega}^2 + R_e^2)^{0,16}$ ;

- для внешней поверхности со стороны привода  $N_{у.л.вн.п.} = 37,2 \cdot (R_{e\omega}^2 + R_e^2)^{0,165} \cdot \left(\frac{2 \cdot \delta}{l_{л.в.}}\right)^{0,22}$

- для внутренней поверхности со стороны коллектора и стороны привода

$$N_{у.л.вн.к.} = N_{у.л.вн.п.} = 11,4 \cdot R_{e\omega}^{0,29}.$$

Где  $\delta$  - зазор между якорем и главным полюсом;  $l_{л.в.}$  - длина вылета лобовых частей;  $R_{e\omega}$  - “вращательное” число Рейнольдса;  $R_e$  - “расходное” число Рейнольдса.

Расходная скорость воздуха в зоне внешней поверхности лобовых частей  $W = \frac{Q_\delta}{S_\delta}$ . Где:

$Q_\delta$  - расход охлаждающего воздуха через зазор;  $S_\delta$  - площадь сечения канала.

$$\text{Расходное число Рейнольдса } R_e = \frac{W \cdot D_{л.вн.}}{\nu_\delta}; \quad R_e = (10^2 \dots 10^5).$$

Где:  $D_{л.вн.}$  - внешний диаметр лобовых частей ( $D_{л.вн.}$  равен диаметру якоря  $D_a$ ).

$$\text{Вращательное число Рейнольдса } R_{e\omega} = \frac{U_{вн.} \cdot D_{л.вн.}}{\nu_\delta}; \quad R_{e\omega} = (10^4 \dots 10^6).$$

Где:  $U_{вн.}$  - окружная скорость вращения на диаметре  $D_{л.вн.}$ .

Вращательное число Рейнольдса для  $N_{и.л.ви.к.} = N_{и.л.ви.п.}$  определяется через окружную скорость вращения  $U_{вн}$  на внутреннем диаметре лобовых частей

$$R_{е\omega} = \frac{U_{вн} \cdot (D_{л.ви} - 2 \cdot h_n)}{v_6},$$

КТО лобовых частей обмотки статора

$$\alpha_{л.ви.к} = \frac{N_{и.л.ви.к} \cdot \lambda_6}{D_{л.ви}}, \quad \alpha_{л.ви.п} = \frac{N_{и.л.ви.п} \cdot \lambda_6}{D_{л.ви}},$$

$$\alpha_{л.ви.к} = \alpha_{л.ви.п} = \frac{N_{и.л.ви.к} \cdot \lambda_6}{D_{л.ви} - 2h_n}.$$

4. КТО обдуваемых поверхностей полюсных катушек.

Теплообмен полюсных катушек двигателей с аксиальной вентиляцией описывается критериальным уравнением [2]  $N_{и.ов} = 0,158 \cdot R_{е\omega}^{0.7}$ .

$$\text{Для катушек главных полюсов } R_{е\omega} = \frac{W_{м.к.} \cdot l_{ов}}{v_6}; \quad R_e = (10^4 \dots 2,5 \cdot 10^5).$$

Где:  $W_{м.к.} = \frac{Q_{м.к.}}{S_{м.к.}}$ .  $Q_{м.к.}$  - расход воздуха через межполюсные каналы;  $S_{м.к.}$  - площадь поперечного сечения всех межполюсных каналов;  $l_{ов}$  длина катушки главного полюса.

$$\text{КТО обдуваемой поверхности катушек главных полюсов } \alpha_{ов} = \frac{N_{и.ов} \cdot \lambda_6}{l_{ов}}.$$

КТО внутренней свободной поверхности станины, равен КТО катушек главных полюсов [2]  $\alpha_{ст.вн} = \alpha_{ов}$ .

$$5. \text{ КТО коллектора } \alpha_{кол} = 102 \cdot V_k^{0.37}.$$

Где:  $V_k$  окружная скорость коллектора на наружном диаметре.

$$6. \text{ КТО наружной поверхности станины } \alpha_{ст.н.в.} = 18 \frac{Вт}{м^2 \cdot град}.$$

В качестве примера, в Таблице 1 приведены значения КТО, определенные для двигателя исполнения IP22, IC01,  $P_{2ном}=75$  кВт,  $U_{ном}=220$  В,  $n_{ном}=1000$  об/мин.

Таблица 1 - Значения КТО.

$\alpha_\delta$	$\alpha_{н.з.п.}$	$\alpha_{н.д.п.}$	$\alpha_{к.а.}$	$\alpha_{л.ви.к.}$	$\alpha_{л.ви.п.}$
75,2	75,2	60,2	92,5	116,9	86,3

  

$\alpha_{л.ви.к.}$	$\alpha_{ов}$	$\alpha_{одп}$	$\alpha_{ст.вн.}$	$\alpha_{ст.н.в.}$	$\alpha_{кол.}$
44,1	42,2	71,7	42,2	18	243

Размерность КТО в таблице -  $\left[ \frac{Вт}{м^2 \cdot град} \right]$ .

Перечень ссылок

1. Борисенко А. И., Данько В. Г., Яковлев А. И. Аэродинамика и теплопередача в электрических машинах – М.: Энергия 1974.- 560 с.

2. Сипайлов Г. А., Санников Д. И., Жадан В. А., Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах – М.: Высшая школа 1989.- 239 с.

3. Гольдберг О. Д., Гурин Я. С., Свириденко И. С., Проектирование электрических машин – М.: Высшая школа 1984.-431 с.